

Else Jørgensen, Vejdirektoratet, TSM
N.O.Jørgensen, Danmarks Tekniske Universitet, IVTB

Sikkerhed i nyere danske rundkørsler.

Siden midten af 1980'erne har der i mange europæiske lande - herunder i Danmark - været stor interesse for anvendelse af rundkørsler som krydsregulering. En række publikationer fra forskellige lande har behandlet spørgsmålene om kapacitet og sikkerhed i rundkørsler (se litt. 1 - 7).

I vejdirektoratet har en såkaldt velregelforberedende arbejdsgruppe oprettet en database over rundkørsler anlagt i Danmark efter 1985. Gruppen forbereder udsendelse af en rapport, hvori spørgsmål om geometri, kapacitet, sikkerhed, belysning, æstetik og anlægsøkonomi behandles. Rapporten forventes færdig i efteråret 1994. Dette indlæg behandler en delundersøgelse af rundkørslers sikkerhed ud fra data i den nævnte database (litt. 8). Databasen indeholder politiets oplysninger om uheld med personskade, antal tilskadekomne personer samt materielskadeuheld.

1. Før-efter undersøgelse af forskellige rundkørselstyper.

Det må forventes, at rundkørsler i forskellige trafikmiljøer vil have så forskellige uheldsbilleder, at analysen må indrettes på dette. Der skelnes mellem by og land, og der opdeles efter antal grene i rundkørslerne og efter hastighedsklasser. Datamaterialet tillader kun en egentlig analyse af to typer 4-grenede rundkørsler, dels landrundkørsler, dels byrundkørsler i hastighedsklasse middel (alm. byzone).

I før-efter undersøgelser foreligger altid det metodiske problem, om data i før-perioden udgør en "skæv" stikprøve, som typisk kan skyldes, at de er udvalgt i en sort-plet udpegning. Der er i analyserne taget højde for dette forhold ved en særlig betragtningsmåde, se bilag i litt 8. Metoden indebærer, at den mulige skævhed er indregnet i tallene for de "forventede" uheldstal, se de følgende tabeller.

1.1 4-grenede rundkørsler i byer, hastighedsklasse middel.

I denne delundersøgelse indgår 32 rundkørsler, som alle tidligere var vigepligtskryds. Rundkørslerne er udformet hastighedsdæmpende.

Rundkørslernes Ø-diametre varierer mellem 3 og 26 m med et gennemsnit på 14 m. Gennemsnittet for antal indkørende motorkøretøjer er omkring 4000 pr døgn og for cyklister omkring 450.

Effektvurderingen består i, at det faktiske antal uheld i rundkørslerne sammenlignes med det forventede uheldstal, dvs det uheldstal, som kunne forventes at være sket i samme periode, hvis krydsene ikke var ombygget. I beregningen indgår forskellige periodelængder, generel uheldsudvikling i den aktuelle krydstype samt den nævnte skævhed i stikprøveudvælgelsen. Der indgår ingen kontrolgruppe af ikke-ombyggede kryds i analysen.

Uheldstype/ skadetype	Forventet uheld/skade i vigepligts kryds i efterperiode	Observeret uheld/skade i rundkørsler i efter- periode	Reduktion -/ forøgelse + i % uheld/skade
Person- skadeuheld	36	17	- 53%
Materiel- skadeuheld	28	31	+ 11%
Alle uheld	64	48	- 25%
Tilskade- komne	47 (heraf dr.2)	17 (heraf dr.0)	- 64%
Tilskadekom- ne pr. personsk.uh.	1,32	1,00	

Tabel 1. Forventet antal uheld/tilskadekomne i vigepligts-kryds i byer i efterperioden - dersom rundkørslerne ikke var anlagt. Disse hypotetiske krydsuheld sammenlignes med det observerede antal uheld/tilskadekomne i rundkørslerne. Uheldene i skemaet er uheld med alle trafikantgrupper. 32 kryds/rundkørsler på veje med hastighedsklasse middel indgår i vurderingen.

Tabel 1 viser, at der indtrådte en betydelig sikkerhedsmæssig forbedring ved ombygning af disse vigepligtskryds til rundkørsler. Antallet af personskadeuheld blev halveret mens antallet af tilskadekomne blev reduceret med to trediedele, altså totalt set en meget betydelig forbedring.

Ser man imidlertid alene på 2-hjuler uheld er resultatet mindre positivt: antallet af 2-hjuleruheld er stort set uændret, som det ses af tabel 2.

Sammenfattende gav ombygningen af disse 32 vigepligtskryds til rundkørsler en reduktion af antallet af tilskadekomne bilister på så meget som 90 %, mens antallet af tilskadekomne cyklister var uændret.

Personskader og uheld 2-hjulere	Forventet uheld/skade i kryds i efterperiode	Observeret uheld/skade i rundkørsler i efterperiode
Personskadeuheld	12	14
Tilskadekomne heraf dræbte	13 1	14 0

Tabel 2. Sammenligning mellem forventede antal 2-hjuler-uheld hhv.tilskadekomne i vigepligtskryds i byer og det observerede antal 2-hjuler-uheld hhv.tilskadekomne i 32 byrundkørsler.

1.2 4-grenede rundkørsler på landet.

I denne delundersøgelse indgår kun ni rundkørsler, som alle er ombygget fra vigepligtskryds. Materialet er altså betydelig mindre end ved de undersøgte byrundkørsler.

Landrundkørslerne er betydeligt større end byrundkørslerne: Ø-diametrene varierer 12 til 50 m med et gennemsnit på ca 25 m. De er udformet dynamisk og ikke hastighedsdæmpende. Også her er

Uheldstype/skadestype	Forventet i vigepligts kryds	Observeret i rundkørsler	Reduktion -/forøgelse +
Personskade-uheld	25	4	- 84%
Materiel-skadeuheld	17	3	- 82%
Uheld ialt	42	7	- 83%
Tilskadekomne	52	5	- 90%
Tilskadekomne pr. person-skadeuheld	2,08	1,25	

Tabel 3. Antal forventede uheld på landet i vigepligtskryds (forventet efter) samt antal observerede uheld i rundkørsler (efter). Det skal tilføjes, at der kunne forventes 6 dræbte personer i kryds, mens der ikke er observeret dræbte personer i rundkørslerne.
antallet af indkørende biler gennemsnitligt ca 4000 pr døgn, mens cykeltrafikken er helt nede på ca 30 pr døgn.

Tabel 3 viser hovedresultatet af analysen. Da der kun var én tilskadekommen cyklist i førperioden og ingen i efterperioden, er det alene bilistuheld, som er interessante. Det ses, at antallet af tilskadekomne bilister er reduceret med ca 90%, altså det samme, som reduktionen for bilister i byrundkørslerne.

2. De vigtigste uheldstyper i rundkørsler.

I denne delundersøgelse indgår 49 4-grenede byrundkørsler i hastighedsklasse middel.

Der er tre uheldstyper, som dominerer uheldsbilledet i disse rundkørsler:

- eneuheld
- en cirkulerende trafikant rammes af en indkørende fra en tilfart ("indkørselsuheld")
- en cirkulerende trafikant rammes af en udkørende på vej ad en frafart ("udkørselsuheld").

45% af personskaderne sker ved eneuheldene, og det er hovedsagelig biluheld. Indkørselsuheldene dækker godt 30% af personskaderne og udkørselsuheldene godt 10%. Her er det oftest uheld, hvor en cirkulerende cyklist kolliderer med en bil.

Der er flere materielskadeuheld end personskadeuheld. Eneuheldene udgør 60% af materielskadeuheldene, mens 20% er indkørselsuheld. Tabel 4 giver en oversigt.

	Ene uheld	Indkør- se ls-uheld	Udkør- sels-uheld	Andet	Ialt
2-hjuler pskuh.	3	11	4	2	20
Motorkøretøj pskuh.	12	0	0	2	14
2-hjuler matskuh.	0	6	0	2	8
Motorkøretøj matskuh.	26	3	0	5	34
Ialt	41	20	4	11	76

Tabel 4. Uheldstal fra 49 4-grenede rundkørsler i byer på veje med hastighedsklasse middel, fordelt på forskellige uheldstyper.

Det ses, at blandt personskadeuheldene er eneuheld med motorkøretøjer og indkørselsuheld med cyklister de vigtigste.

3. Skadesomfang ved personskadeuheld

Skadesomfanget kan fx måles som antallet af tilskadekomne personer pr personskadeuheld eller som antal dræbte pr 100 tilskadekomne personer.

I 50 byrundkørsler, hvor en direkte sammenligning med de tidligere kryds er mulig, fandt man, at der var 1.62 tilskadekomne personer pr personskadeuheld i de tidligere vigepligtskryds, mens der var 1.04 tilskadekomne personer pr personskadeuheld i rundkørslerne.

For 9 kryds/rundkørsler på landet fandt man 2.08 tilskadekomne pr personskadeuheld i kryds mod 1.25 tilskadekomne pr personskadeuheld i rundkørsler.

For hele datamaterialet i undersøgelsen finder man, at der i krydsene var ca 7 dræbte per 100 tilskadekomne, mens der ikke var fundet dræbte i rundkørslerne. Det fremgår heraf, at der er tale om en meget væsentlig reduktion i personskadeuheldenes sværhedsgrad.

4. Nærmere undersøgelse af cykeluheld.

Alle 82 rundkørsler er analyseret m.h.t. uheld med bløde trafikanter på grundlag af en samlet periode på 283 krydsår. Der er ialt kørt 566 mio. motorkøretøjer og 42 mio. cyklister igennem rundkørslerne i perioden.

Ialt er der sket uheld med bløde trafikanter i 21 rundkørsler ud af de 82 rundkørsler, der indgår i analysen. 20 af rundkørslerne ligger i byområde og 1 rundkørsel på landet. Der er ialt sket 37 uheld i disse rundkørsler, og i to af disse uheld er den bløde trafikant en fodgænger.

	Person- skade- uheld	Tilskade- komne personer	Materiel- skade- uheld	Peronskuh. +materiel - skuh. ialt
By	24	24	10	34
Land	1	1	0	1
I alt	25	25	10	35

Tabel 5. Cykel- og knallertuhelds fordeling på 21 rundkørsler i by og på land og på forskellige uheldstyper. I 61 rundkørsler er der ikke sket uheld med cyklister eller knallertkørere.

Der er sket 35 uheld med cyklister og knallertkørere i rundkørslerne. Fordelingen af disse uheld ses i tabel 5. De 35 uheld er som nævnt fordelt på 21 rundkørsler. Af disse har 13 haft 1 uheld, 3 har haft to uheld, 4 har haft 3 uheld og 1 rundkørsel har haft 4 uheld med to-hjulere.

Et interessant punkt i detailundersøgelsen af cykel- og knallertuheldene er fordelingen på uheldssituationer. Der forekommer i materialet kun tre uheldssituationer:

1. Eneuheld
2. Indkørselsuheld
3. Udkørselsuheld.

Eneuheld er hyppigst styrt i forbindelse med påkørsel af en kantsten eller lignende. Indkørselsuheld er helt domineret af situationer, hvor en bilist skal køre ind i rundkørslen og under indkørslen kolliderer med en cyklist, som cirkulerer forbi bilistens tilfart. Udkørselsuheld er ofte situationer, hvor en bilist skal svinge ud af rundkørslen og kolliderer med en cirkulerende cyklist. Tabel 6 viser talværdierne.

	Eneuheld	Indkør selsuheld	Udkør selsuheld	I alt
Cykler	1	23	4	28
Knallerter	2	2	2	6

Tabel 6: Cykeluheld og knallertuheld (pskuh og matskuh) i byer fordelt på uheldssituationer.

For om muligt at opnå en dybere indsigt i disse uheld blev politirapporterne for uheldene gennemlæst i detaljer af forfatterne og af cand psych Liselotte Larsen, Rådet for Trafik-sikkerhedsforskning.

En samlet vurdering af uheldsrapporterne fra alle indkørselsuheldene giver det indtryk, at bilisterne næsten aldrig har set de cyklister, som de er kollideret med, før i sidste øjeblik eller i selve kollisionen. Det typiske er, at bilisterne har bremsset ned til stop eller (oftest) til meget lav hastighed. Cyklisten har set bilen og fortolker nedbremsningen og evt. en hoveddrejning som udtryk for, at bilisten har set cyklisten. Cyklisten kører da frem i tillid til at bilisten har set ham/hende, men uventet for cyklisten kører bilisten frem, og kollisionen sker, ofte ved at cyklisten påkører bilen på siden.

Helt tilsvarende hændelsesforløb kendes fra detailstudier af uheld i almindelige vigepligtskryds, og som det fremgår af tabel 2 sker disse uheld med nogenlunde samme hyppighed i de to krydsudformninger.

Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at give noget velbegrundet bud på, hvorfor cyklisterne overses i rundkørsler, men en hypotese kunne være, at bilisterne er optaget af at finde ud af, om der er andre biler, som de skal vige for. Efter en ofte anvendt antagelse i trafikpsykologien må det formodes, at en trafikant ubevidst især afsøger omgivelserne for trafikanter, som udgør en fare for trafikanten selv. Og i en vis forstand er cyklisten en ufarlig modpart, mens andre biler er farlige. Det vides ikke fra uheldsrapporterne, om der kan have været sådanne "farlige tredieparter" i uheldene, som kan have afledt opmærksomheden, eller om der kan være vanskeligheder med at orientere sig i nogle rundkørsler. Det interessante er imidlertid, at hvis det kunne lykkes at reducere indkørselsuheldene blot noget, ville rundkørsler fremstå ikke blot som sikkerhedsmæssigt hensigtsmæssige for bilister men også totalt set.

I mange rundkørsler er der anlagt cykelsti eller cykelbane langs yderkanten af cirkulationsarealet af hensyn til cyklisterne sikkerhed og tryghed. Spørgsmålet er, om det hjælper?

I rundkørsler på middelhastighedsveje i byer er der gennemført beregninger, som peger på, at der ikke er forskel på trafiksikkerheden for 2-hjulere, hvad enten der anlægges cykelsti eller cykelbane. Uheldsfrekvensen for personskadeuheld med 2-hjulere på cykelsti er 0,06 pskuh/mio.pass. motorktj. eller målt med tohjulertrafikken som basis: 0,7 pskuh/mio.pass. 2-hjulere. Tilsvarende findes for personskadeuheldsfrekvensen i forbindelse med cykelbane en frekvens på 0,05 pskuh/mio.pass. motorktj. eller en frekvens på 0,6 pskuh/mio.pass. 2-hjulere. Der er altså ingen mærkbar risikoforskel på anlæg med cykelsti og anlæg med cykelbane.

Talmaterialet for rundkørsler uden cyklistanlæg er lille og kan ikke bruges i en sammenligning. Det samme gælder for rundkørsler på højhastighedsveje i byer og for landrundkørsler.

Det resultat, at der ikke er nogen mærkbar forskel på anlæg med cykelsti eller cykelbane er ikke overraskende set i lyset af, at cykeluheldene er domineret af indkørselsuheld. I de typiske uheldssituationer, hvor cyklen er ganske nær bilen, når denne kører frem, er tilstedeværelse af cykelsti eller cykelbane næppe af nogen betydning.

5. Undersøgelse af uheld i dagslys og mørke.

Det kunne tænkes, at rundkørsler for nogle trafikanter ville udgøre et særligt problem i mørke. Hvis f. eks. byrundkørsler var utilstrækkelig belyst således, at det kunne være vanskeligt at erkende f.eks den nøjagtige placering af konfliktpunkter eller af ind- og udkørselsveje, kunne det medføre, at der var procentvis flere mørkeuheld i byrundkørsler end i andre kryds.

I de fleste danske undersøgelser har man fundet, at dagslys-uheld udgør noget over halvdelen af alle uheld, typisk 2/3 til 3/4 af samtlige uheld. Spørgsmålet er nu, om rundkørslerne har et afvigende forhold mellem dagslysuheld og mørkeuheld? Det kunne i givet fald tyde på særlige mørkeproblemer i rundkørsler.

Spørgsmålet kan belyses ved data fra før/efter undersøgelsen af de 32 byrundkørsler, se tabel 7.

	Personskadeuh. Dagslys - Mørke	Materielskadeuh. Dagslys - Mørke
Før	37 (74%)- 13 (26%)	31 (78%)- 9 (22%)
Efter	11 (65%)- 6 (35%)	13 (42%)- 18 (58%)

Tabel 7. Antal uheld og procentfordeling på dagslys/mørke for 32 vigepligtskryds/rundkørsler i byer, hastighedsklasse middel.

I før-situationen - dvs i vigepligtskrydsene - er fordelingen mellem uheld i dagslys og mørke, som man normalt finder det, ca 3/4 til 1/4. I efter-situationen - dvs i rundkørslerne - er fordelingen for personskadeuheldene også omtrent som før, nemlig 2/3 til 1/3.

Derimod er fordelingen for materielskaderne ændret markant, nemlig ca 2/5 til 3/5, altså flest mørkeuheld. Materielskaderne er domineret af eneuheld med biler. Noget tyder på, at rundkørslerne giver nogle bilister orienteringsproblemer i mørke. Det forhold, at det særligt er eneuheld og ikke flerpartsuheld, som optræder i mørke, kunne fortolkes således, at når der er andre biler til stede, erkendes rundkørselen lettere.

Disse resultater peger på, at byrundkørsler bør være så godt belyst, at rundkørslerne i mørke fremstår tydeligt for bilisterne.

6. Geometriske elementer.

Det har ikke været muligt med den foreliggende database at få tilstrækkelige data til at fastlægge en mulig sikkerhedsmæssig betydning af geometriske størrelser som Ø-diameter, forsætning, tilfartsbredde el. lign. Data tyder på, at midterøen normalt bør være cirkulær og have en Ø-diameter på 10-20 m. Herved opnås en forsætning, som skønnes at give en vis hastighedsdæmpning. Tilfartsbredder omkring 3,6 m synes velegnede.

7. Uheldsfrekvenser for forskellige rundkørselstyper.

Databasen rummer oplysninger om 3-, 4- og 5-grenede rundkørsler, men det er kun indenfor gruppen af 4-grenede rundkørsler, at materialet er så stort til, at nogenlunde sikre gennemsnitsuheldsfrekvenser kan beregnes. Tabel 8 angiver talværdier.

Den samlede uheldsfrekvens for alle trafikantgrupper fremgår af den højre kolonne. Det ses, at uheldsfrekvensen for personskadeuheld ligger på samme niveau for rundkørsler i land-områder som for rundkørsler i byer på middelhastighedsveje. På disse byveje er andelen af personskadeuheld med tohjule god 50%, mens andelen af personskadeuheld med tohjule kun er ca. 20% på landevejene, hvor cykeltrafikken er ringe.

Type	Antal rund- kørsler	Frekvens tohjulere	Frekvens motorktj.	Frekvens rapp.uh.
		pskuh mat.uh	pskuh mat.uh	pskuh mat.uh
By-middel	49	0,07 0,02	0,05 0,13	0,12 0,15
By-høj	9	- 0,04	0,04 0,10	0,04 0,14
Land	14	0,02 -	0,09 0,11	0,11 0,11

Tabel 8. Beregnede uheldsfrekvenser i 4-grenede rundkørsler i by og på land. Byrundkørslerne ligger dels på middelhastighedsveje og dels på højhastighedsveje. Uheldsfrekvensen er antal uheld pr. mio. passerede køretøjer i de rundkørsler, der indgår i hver gruppe.

8. Litteratur.

1. Brilon, W.: Leistungsfähigkeit von Kreisverkehrsplätzen, Strassenverkehrstechnik, 5/1988.
2. Cedersund, H.A.: Traffic Safety at Roundabouts, in Brilon, W. (ed): Intersections without traffic signals, Springer Verlag 1988.
3. CETUR: Conceptions des carrefours á sens giratoire implantés en milieu urbain, 1989.
4. Jørgensen, N.O.: Rundkørslers kapacitet og sikkerhed, DTH, IVTB, Rapport 61, 1991.
5. Kimber, R.M.: The Traffic Capacity of Roundabouts, TRRL, Lab. report 942, 1980.
6. Maycock, G. and Hall, R.D.: Accidents at 4-arm roundabouts, TRRL, Lab. report 1120, 1984.
7. Troutbeck, R.J.: The "AustRoads 1992" procedure for evaluating roundabouts, in Actes du séminaire "Giratoires 92", CETUR 1993.
8. Jørgensen, E. og Jørgensen, N.O.: Trafiksikkerhed i 82 nye rundkørsler, Vejdirektoratet, TSM, 1994.